

SHILAP Revista de Lepidopterología
ISSN: 0300-5267
avives@eresmas.net
Sociedad Hispano-Luso-Americana de
Lepidopterología
España

Mahecha-Jiménez, O. J.; Dumar-Rodríguez, J. C.; Pyrcz, T. W.
Efecto de la fragmentación del hábitat sobre las comunidades de Lepidoptera de la tribu Pronophilini a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá (Colombia) (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrina)
SHILAP Revista de Lepidopterología, vol. 39, núm. 153, marzo, 2011, pp. 117-126
Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología
Madrid, España





SHILAP Revta. lepid., 39 (153), marzo 2011: 117-126 CODEN: SRLPEF ISSN:0300-5267

Efecto de la fragmentación del hábitat sobre las comunidades de Lepidoptera de la tribu Pronophilini a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá (Colombia) (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae)

O. J. Mahecha-Jiménez, J. C. Dumar-Rodríguez & T. W. Pyrcz

Resumen

Se realizó un muestreo de la tribu Pronophilini (Nymphalidae, Satyrinae) a lo largo de un gradiente altitudinal entre los 2.600 y 3.200 m en la reserva forestal de Bogotá, caracterizado por una fuerte antropogenización de hábitat de bosques andinos en una de sus vertientes. El objetivo del estudio fue el de evaluar el efecto de la fragmentación y la variación de la altitud sobre los patrones de diversidad, distribución y estructura de la comunidad de Pronophilini. Se reportaron 13 especies de Pronophilini para la zona fragmentada (T1) y 11 para la zona conservada (T2). Se encontró una diversidad ligeramente mayor para la zona T1. No se observaron diferencias significativas en la estructura de la comunidad entre ambas muestras. La mayor diversidad fue encontrada para el rango altitudinal entre 3.050-3.200 m en T1 y 2.600-2.750 m para T2. Para ambas zonas de estudio se reportó la presencia de especies endémicas de la Cordillera Oriental como *Altopedaliodes cocytia* e *Idioneurula erebioides*. Se demostró que la heterogeneidad espacial juega un papel importante en los patrones de diversidad y estructura de la comunidad de mariposas Pronophilini.
PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae, Pronophilini, patrones de diversidad, fragmentación del hábitat, gradiente altitudinal, ecosistemas andinos, Colombia.

Effect of fragmentation of habitat on the community of Lepidoptera of the Pronophilini tribe along of an altitudinal gradient in an Andean forest in Bogota (Colombia)
(Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae)

Abstract

A sampling of the tribe Pronophilini (Nymphalidae, Satyrinae) was carried out along an altitudinal gradient between 2600 and 3200 m in a forest reserve in Bogota, characterized by a strong habitat anthropogenization on one of the slopes. The goal was to evaluate the effect of fragmentation and altitude on the patterns of Pronophilini diversity, distribution and community structure. A total of 13 species were collected in the fragmented zone (T1) and 11 in the preserved zone (T2). A slightly higher diversity was reported for zone T1. No significant in the community structure were observed. The highest diversity was found at 3050-3200 m for T1 and 2600-2750 m for T2. In both zones the presence of Eastern Cordillera endemic species were reported, such as *Altopedaliodes cocytia* and *Idioneurula erebioides*. Spatial heterogeneity was shown to play an important role in shaping diversity patterns and community structure in the Pronophilini butterflies.
KEY WORDS: Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae, Pronophilini, patterns of diversity, fragmentation of habitat, altitudinal gradient, Andean ecosystems, Colombia.

Introducción

La tribu Pronophilini sensu MILLER (1968) (Nymphalidae: Satyrinae), considerada como sub-tribu Pronophilina + Manerebina por LAMAS (2004), se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de toda la cordillera de los Andes y es uno de los grupos de lepidópteros más diversos en los ecosistemas andinos y alto andinos tropicales en los países ubicados en la región neotrópical (ADAMS, 1985; PYRCZ; 2004). A nivel de Colombia, se reportan 205 especies de Pronophilini, distribuidas a partir de aproximadamente 1.000 m hasta los 4.500 m (PYRCZ & RODRÍGUEZ, 2007). La tribu Pronophilini se caracteriza por presentar una elevada tasa de endemismo a través de las tres cordilleras colombianas, siendo la Cordillera Occidental la que presenta el mayor número de especies endémicas (PYRCZ & VILORIA, 1999; PRIETO, 2003; PYRCZ & RODRÍGUEZ, 2007).

A través de los últimos años, diversos procesos de perturbación natural y antrópica en Colombia están ocasionado progresivamente una disminución de los hábitats naturales, lo cual tiene un gran impacto sobre las poblaciones animales y vegetales en los diferentes ecosistemas del país (ANDRADE, 1998; VAN DER HAMMEN & ANDRADE, 2003). Estos procesos conllevan a la fragmentación de las comunidades vegetales endémicas de los ecosistemas montanos, resultando en un mosaico de remanentes de hábitats naturales y sinantrópicos a través de toda la región andina (CORTÉS & FAGUA, 2003). Los individuos de diferentes especies, por ejemplo de lepidópteros, no pueden cruzar de un fragmento a otro, debido a las diferentes características medio-ambientales que se generan en cada fragmento, como lo es la variabilidad en los microhábitats y la posible exposición a nuevos depredadores (LOVEJOY *et al.*, 1986; ANDRADE, 1998). Ésto genera la pérdida de la capacidad de mantener estable a la biota presente en estas zonas fragmentadas y en consecuencia la disminución de la diversidad genética y posibles extinciones locales. Además, se producen desplazamientos u reemplazamientos de las diferentes especies naturales por otras más adaptadas al tipo de ambiente generadas por la fragmentación.

Los procesos de fragmentación del hábitat crean frecuentemente un impulso para la realización de estudios de diversidad de diferentes grupos taxonómicos, incluyendo a los lepidópteros. No obstante, son relativamente pocas hasta la fecha las investigaciones enfocadas en la diversidad de satirinos Pronophilini de montaña en Colombia (ADAMS, 1986; ANDRADE, 1998; PYRCZ & WOJTUSIAK, 1999; PRIETO, 2003; PYRCZ & RODRÍGUEZ, 2007). Por lo tanto, el conocimiento de la diversidad y de la dinámica de las poblaciones de Pronophilinos en muchas zonas geográficas de Colombia siguen siendo desconocidas. Una de estas zonas son los ecosistemas andinos que se encuentran en la ciudad de Bogotá, en donde, la industrialización y la urbanización en las últimas décadas ha generado una disminución de la biodiversidad (CAMELO *et al.*, 2009). Por tal motivo, el presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la diversidad de los satirinos Pronophilini en los ecosistemas andinos de Colombia, tomando en consideración especial los bosques andinos de la ciudad de Bogotá y cómo estas poblaciones de Pronophilini están siendo afectadas por los diversos procesos antrópicos.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Alto el Zuque, ubicado en la parte sur-oriental de la reserva forestal Bosque Oriental de Bogotá, conocido comúnmente como los "cerros orientales", situado en el departamento de Cundinamarca, sobre la Cordillera Oriental de Colombia (4º 32' 19.71'' N y 74º 04' 39.45'' O) (Figura1). Esta zona presenta una precipitación media multianual de 916 mm, con dos periodos húmedos en el año, el primero entre abril y mayo, y el segundo entre octubre y noviembre. La zona de estudio esta ubicada entre los 2.600 y los 3.200 m (MAHECHA, 2000; CAMELO *et al.*, 2009).

Los "cerros orientales" poseen una topografía bastante variada en toda su extensión. Los tipos de suelo varían mucho en cuanto a la zona, pues estos suelos se formaron de la interacción entre la formación geológica, la cobertura vegetal y la influencia del clima. Así mismo, debido al lento proceso de de-

gradación de la materia orgánica y la conformación geológica producen suelos muy ácidos y poco fértiles (CAR, 2006; CAMELO *et al.*, 2009).

El área de estudio presenta un clima de montaña tropical, subhúmedo con lluvias cenitales. Además, su localización geográfica y la presencia de corrientes cálidas y frías influyen en la aparición de muchos microclimas. La Cordillera Oriental sirve de barrera ante los vientos que provienen de los Llanos y del valle del Magdalena que pueden afectar tanto el régimen de lluvias como también la temperatura promedio de las zonas (MAHECHA, 2000). La temperatura puede variar entre los 6º C y los 13º C.

La zona de estudio exhibe una vegetación alta y cerrada, con bosques de encenillo (*Weinmannia tomentosa*). Se puede también encontrar especies como pegamoscas (*Befaria* sp.), gaque (*Clusia* sp.), canelo (*Drymis* sp.), espino (*Durante* sp.), arrayán (*Eugenia* sp.), uva (*Macleania* sp.), frailejones (*Espeletia* sp.), cardosanto (*Puya* sp.) y paja de páramo (*Calamagrostis effusa*). Predominan muchos arbustos y matorrales como el quiche (*Tillandsia* sp.) y gran cantidad de líquenes y musgos (CAR, 2006; MAHECHA, 2000; CAMELO *et al.*, 2009).

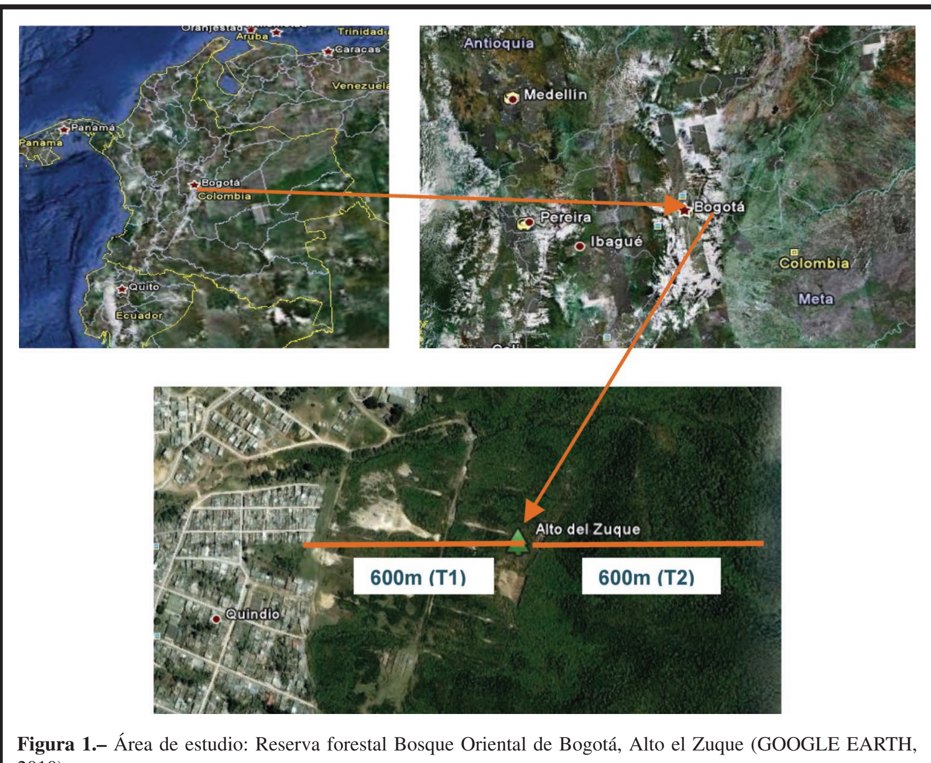


Figura 1.– Área de estudio: Reserva forestal Bosque Oriental de Bogotá, Alto el Zuque (GOOGLE EARTH, 2010).

El muestreo

El muestreo se realizó entre 1-VI-2007 y 30-I-2008. Así mismo, se hizo un pre-muestreo en los meses de 2-I-2007 a 28-V-2007, para un reconocimiento previo de la zona, ubicación de los transectos y la toma del gradiente altitudinal, el cual se tomó por medio de un GPS Spor Trak-Magellan. A su vez, la fase de campo se llevó a cabo en la época de lluvias y descenso de las mismas (Figura 2).

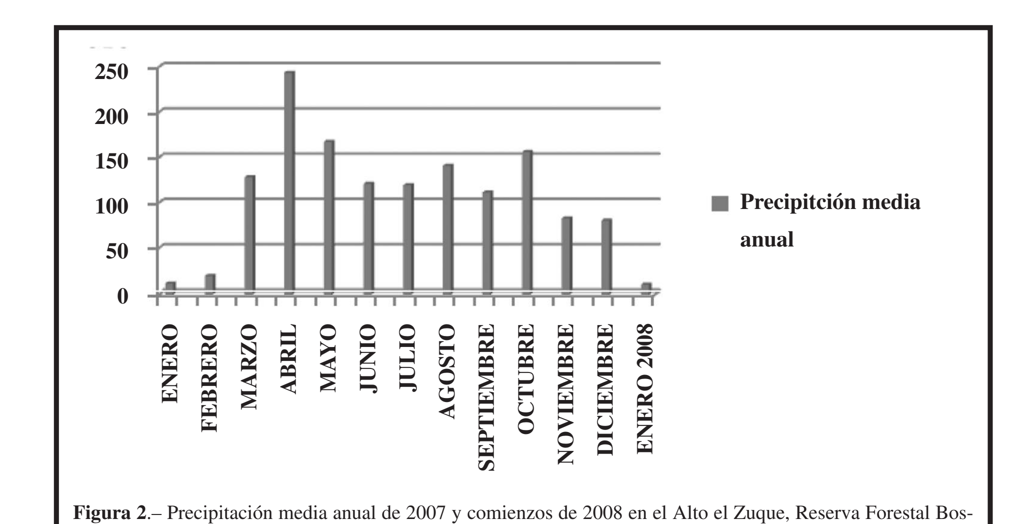


Figura 2.– Precipitación media anual de 2007 y comienzos de 2008 en el Alto el Zuque, Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá. Obtenido de la estación meteorológica Venado de Oro, IDEAM (2008).

Se establecieron dos transectos fijos lineales cada uno de 600 m de desnivel, logrando abarcar un gradiente altitudinal comprendido entre los 2.600 m y 3.200 m. El transecto 1 (T1) representó la zona que más nivel de fragmentación del hábitat presentaba y el transecto 2 (T2) la zona que menor perturbación del hábitat mostraba (zona conservada) (Figura 1). A su vez, cada transecto estaba dividido en cuatro estaciones de estudio de 150 m de largo por 5 m de ancho (Estación 1: 2.600-2.749 m; Estación 2: 2.750-2.899 m; Estación 3: 2.900-3.049 m; Estación 4: 3.050-3.200 m), para de esta forma, poder observar el efecto del gradiente altitudinal sobre las poblaciones de Pronophilini.

El muestreo de mariposas se realizó mediante el uso de dos métodos: redes entomológicas y trampas de tipo Van Someren-Rydon. En cada transecto se ubicaron 4 trampas de tipo Van Someren-Rydon separadas por 75 m (una trampa por estación de estudio) suspendidas a 2 m sobre el nivel del suelo. Se empleó como cebo pescado en descomposición. Las trampas se revisaron cada 30 minutos desde las 08.00 am hasta las 16.00 pm. Además, empleando las redes entomológicas, se realizaron recorridos a lo largo de cada transecto durante un intervalo de tiempo comprendido entre las 08.00 am y las 16.00 pm, es decir, que por cada estación de estudio se tuvo una duración de muestreo de 62 minutos, teniendo como resultado, un esfuerzo de muestreo de 128 horas / persona durante toda la fase de campo del estudio.

Análisis taxonómico

Todo el material recolectado fue preparado, examinado, identificado y conservado en los laboratorios de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, el Instituto de Genética de Poblaciones y el laboratorio de Zoología y Ecología Acuática LAZOEA de la Universidad de los Andes en Bogotá. La identificación, en todos los casos hasta el nivel de subespecie, se llevó a cabo mediante un análisis de caracteres morfológicos. Para los fines de comparación sirvió el material tipo depositado en el Museo de Zoología de la Universidad Jaguellona de Cracovia, Polonia, asi como en otros museos europeos y colombianos.

Análisis de datos

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H’), el índice de Berger-Parker (D) y el ín-

dice de Simpson (D) para la dominancia y el índice de Pileou (J') para la equitatividad (*evenness*) (MAGURRAN, 2004), para lo cual se empleó el software BioDiversity Pro versión 2.

Para establecer si existían diferencias significativas entre los transectos y los diferentes parámetros estimados se utilizó el programa estadístico SPSS versión 17 y Statistix versión 8, en donde se empleó una estadística de tipo no-paramétrica, pues al realizar el test de normalidad de Shapiro Wilk Test, los datos no presentaron una distribución normal ($p < 0.05$), por consiguiente, para la comparación entre los transectos y dentro de las estaciones de estudio, se realizó un análisis de Mann-Whitney U-test para muestras independientes. De igual forma, se realizó una prueba de homogeneidad de Tukey (ZAR, 1974), para conocer cuál o cuáles especies eran más abundantes en la zona de estudio. Finalmente, se halló la curva de rarefacción para estimar el número de especies según el número de individuos que componen la muestra y se calculó el estimador no paramétrico de Chao 1, para estimar la riqueza de especies de Pronophilini que se podría encontrar en un muestreo más exhaustivo (MAGURRAN, 2004) y de esta forma poder conocer la eficacia del muestreo para cada transecto en la zona de estudio.

Resultados

Se recolectaron 607 individuos, representado 13 especies y 9 géneros de Pronophilini. Para la zona perturbada (T1) se encontraron 13 especies distribuidas en 9 géneros y para la zona conservada (T2) 11 especies pertenecientes a 7 géneros (Tabla I).

Al comparar los dos transectos no se presentaron diferencias significativas (Mann-Whitney U-test: U-54, N = 13, $p > 0.1239$), siendo los dos transectos muy similares en cuanto a la estructura de la comunidad de especies.

Especies	Transecto (T1)	Transecto (T2)
Altopedaliodea cocytia (C. Felder & R. Felder, 1867)	30	11
Corades chelonis (Hewitson, 1863)	24	6
Corades dymantis (Thieme, 1907)	22	6
Eretris centralis (E. Krüger, 1924)	4	0
Idioneurula erebioides (C. Felder & R. Felder, 1867)	2	1
Lasiophila circe (C. Felder & R. Felder, 1859)	17	8
Lymanopoda samius (Westwood, 1851)	39	27
Lymanopoda ionius (Westwood, 1851)	23	14
Pedaliodes manis (C. Felder & R. Felder, 1867)	28	18
Pedaliodes phaea ochrotaenia (Hewitson, 1862)	91	71
Pedaliodes polla (Thieme, 1905)	88	57
Panyapedaliodea drymaea (Hewitson, 1858)	3	0
Steremnia pronophila (C. Felder & R. Felder, 1867)	12	5

Tabla I.– Abundancia de especies de Pronophilini.

El género con mayor número de especies para ambas zonas de estudio fue *Pedaliodes* (4), seguido de *Lymanopoda* (2) y *Corades* (2). Los demás géneros fueron representados por una especie (Tabla I). *Pedaliodes polla* fue la especie más abundante para T1 mientras que *Pedaliodes phaea ochrotaenia* para T2. Sin embargo, tanto *P. polla* como *P. phaea ochrotaenia* fueron las especies dominantes para ambos transectos en relación con las otras especies de Pronophilini. Además, *Eretris centralis* y *Panyapedaliodes drymaea* fueron las especies menos abundantes en el área de estudio presentes sólo en la zona perturbada (T1).

Se encontró para ambos transectos que *Pedaliodes polla*, *Pedaliodes phaea ochrotaenia*, *Lymanopoda samius*, *Lymanopoda ionius*, se reportaron a lo largo de todo el gradiente altitudinal (2.600 y 3.200 m). En cambio, *Eretris centralis*, *Idioneurula erebioides*, *Pedaliodes manis*, *Steremnia pronophila*, *Panyapedaliodes drymaea* estuvieron presentes en la parte superior de los transectos (2.899 m y 3.200 m). Por su parte, *Altopedaliodes cocytia, Corades dymantis* fueron exclusivas de los ran-

gos altitudinales bajos (2.600 m y 2.749 m). Además, *Corades chelonis* se registró en el rango altitudinal comprendido entre los 2.750 m y 3.200 m y *Lasiophila circe* se encontró entre los 2.600 m y 3.049 m.

En cuanto a los índices de diversidad, se encontró que la zona perturbada (T1) presentó una mayor abundancia en comparación con la zona conservada (T2) (383 a 224), como también una mayor riqueza de especies (13 a 11). La zona T1 presentó una mayor diversidad (H') en comparación con T2 y por ende T1 mostró una menor dominancia que T2. La zona fragmentada (T1) mostró una mayor equitatividad (evenness) en relación con la zona conservada (T2) (Tabla II).

Del mismo modo, se encontró que los índices de diversidad variaron según la estación de estudio o rango altitudinal (Tabla III). Para la zona perturbada (T1), la estación 2 presentó una menor diversidad, en cambio la estación 3 y 4 mostraron una mayor diversidad según el índice de Shannon-Wiener (H'). También se observó que a medida que se incrementa la altitud, la equitatividad (evenness) disminuye. La dominancia, según el índice de Berger-Parker, fue mayor en la estación 2 y 4 con respecto a las otras estaciones.

Indices de Diversidad	Zona Fragmentada (T1)	Zona Conservada (T2)
Shannon H'	0.942	0.831
Simpson D	0.143	0.192
Evenness J	0.673	0.616
Berger-Parker D	0.238	0.317

Tabla II.– Índices de diversidad para los transectos T1 y T2.

Indices de Diversidad para la Zona Perturbada (T1)	Estación 1 (2600m-2749m)	Estación 2 (2750m-2899m)	Estación 3 (2900m-3049m)	Estación 4 (3050m-3200m)
Shannon H'	0.769	0.733	0.819	0.852
Simpson D	0.182	0.202	0.167	0.168
Evenness J	0.832	0.766	0.708	0.692
Berger-Parker D	0.266	0.312	0.288	0.313

Tabla III.– Índices de Diversidad para la Zona Perturbada (T1) por cada estación de estudio.

En la zona conservada (T2), la estación que presentó una menor diversidad según el índice de Shannon-Wiener (H') fue la estación 4 y la de mayor diversidad fue la estación 1. Se encontró que la equitatividad disminuye a medida que aumenta el gradiente altitudinal hasta los 3.049 m y luego vuelve a incrementarse a partir de los 3.050 m. Según el índice de Berger-Parker, la dominancia fue mayor en la estación 2 y 4, lo que fue corroborado al observar el índice de Simpson (Tabla IV).

Indices de Diversidad para la Zona Conservada (T2)	Estación 1 (2600m-2749m)	Estación 2 (2750m-2899m)	Estación 3 (2900m-3049m)	Estación 4 (3050m-3200m)
Shannon H'	0.746	0.668	0.726	0.705
Simpson D	0.211	0.250	0.201	0.226
Evenness J	0.804	0.756	0.709	0.724
Berger-Parker D	0.391	0.423	0.310	0.392

Tabla IV.– Índices de Diversidad para la Zona Conservada (T2) por cada estación de estudio.

Al observar la curva de rarefacción podemos inferir que el esfuerzo de muestreo fue bueno ya que la curva se vuelve asintótica para ambos transectos (Figura 3), encontrando un mayor número de especies en el transecto 1 (zona perturbada).

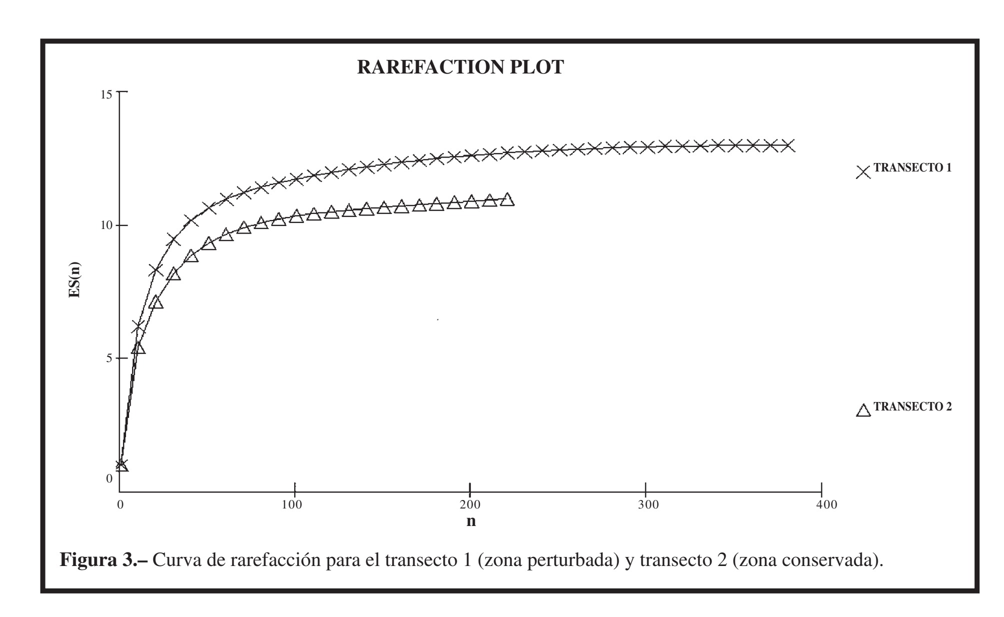


Figura 3.– Curva de rarefacción para el transecto 1 (zona perturbada) y transecto 2 (zona conservada).

Así mismo, el valor del estimativo no paramétrico de Chao 1 indica una baja riqueza de especies de Pronophilini para ambos transectos (ChaoT1=11.8; ChaoT2=13.5). No obstante, éste estimativo muestra la eficacia del muestro ya que el número de especies estimadas es parecido al número de especies encontradas para cada transecto en el área de estudio.

Discusión

El número de datos relativamente limitado restringió la aplicación de algunos análisis estadísticos, como por ejemplo de algunos índices de diversidad como el de Fisher Alpha (PYRCZ *et al*., 2009). De igual forma, el rango altitudinal del muestreo (600 m) no permitió evaluar de manera más amplia la correlación entre los índices de diversidad y la altitud, como también, los patrones altitudinales de las especies y las variables de distribución de la comunidad de Pronophilini en el área de estudio (PYRCZ & WOJTUSIAK, 2002; PYRCZ, 2004). Sin embargo, resaltaron algunos resultados pertinentes sobre la diversidad, la similitud de muestras y la distribución de especies indicadoras.

Las trece especies recolectadas en los dos transectos entre los 2.600 m y 3.200 m constituyen un número muy inferior a los datos sobre la riqueza de especies de Pronophilini en las vertientes orientales de la Cordillera Oriental. En otros trabajos se reportaron entre 48 y 52 especies para la misma franja altitudinal en Cundinamarca (ADAMS, 1986; PYRCZ, inédito) y 38 especies para el Tamá en el Norte de Santander (PYRCZ & VILORIA, 2008). Ésta comparación podría indicar poca saturación de la muestra. Sin embargo, el esfuerzo de muestreo era considerable (128 horas/persona) y la curva de rarefacción se volvió asintótica por encima de 200 especímenes (Figura 3). Además, el valor del estimativo de Chao 1 fue bajo para ambos transectos, es decir, que el estudio tiene suficientes fundamentos para establecer que la riqueza de especies en el área de muestreo es efectivamente baja. Esto podría explicarse por el alto grado de destrucción de los hábitats de las especies de Pronophilini en la zona de estudio, debido a la perturbación antrópica, ya que la reserva forestal Bosque Oriental se encuentra en los suburbios de la mayor metrópolis de Colombia y es uno de los mayores centros urbanos de Sur América. La sinantropización del medio ambiente, en particular de la Sabana de Bogotá, tiene un efecto negativo sobre las especies de mariposas relacionadas con los bosques montanos húmedos, como los Pronophilini, en esta zona de los Andes Colombianos.

La fragmentación del hábitat podría dificultar la conectividad y el flujo genético entre las poblaciones, como también podría llegar a ocasionar la desaparición de algunas especies en la zona de estudio (VAN DER HAMMEN & ANDRADE, 2003). Así mismo, la erosión lenta de los suelos, la contaminación de los cuerpos de agua y la pérdida de vegetación endémica en la reserva forestal de Bogotá por la introducción de especies vegetales foráneas, como es el caso del retamo espinoso *Ulex europaeus*, están afectando a las poblaciones no sólo de mariposas Pronophilini, sino que también de otros grupos taxonómicos que se encuentran presentes en el área de estudio, como los son los mamíferos y las aves (CAR, 2006). Las especies vegetales exóticas ocasionan la desaparición de la vegetación endémica de la reserva forestal, como los chusqueales dominados por *Chusquea* sp. (Poaceae), planta hospedera de muchas especies de Pronophilini de bosques alto andinos (PYRCZ & WOJTUSIAK, 2002, GREENEY *et al*., 2009). Este proceso afecta la distribución y diversidad de las comunidades de Pronophilini presentes en la zona de estudio debido a la estrecha relación de coevolución planta-fitófago (DEVRIES, 1987).

No obstante, en este estudio la muestra T1, que corresponde al área de vegetación de mayor grado de perturbación, presenta índices de diversidad ligeramente más altos. Esto se debe a la presencia de dos especies adicionales y a una mayor abundancia de mariposas Pronophilini para este transecto. La mayor diversidad en la zona fragmentada (T1) puede estar relacionada con el efecto de borde, la hipótesis del disturbio intermedio y la hipótesis de heterogeneidad espacial (MACARTHUR & WILSON, 1967; CONNELL, 1978; TEWS *et al.*, 2004). Varios estudios de distribución de invertebrados y mariposas en particular, indican una mayor diversidad en los ecotonos que dentro del bosque mejor preservado (WEYLAND & ZACCAGNINI, 2008; UEHARA-PRADO *et al*., 2009). Del mismo modo, se indica que la fragmentación contribuye a una mayor heterogeneidad de hábitats y a una mayor diversidad (TEWS *et al.*, 2004; UEHARA-PRADO *et al*., 2009; UEHARA-PRADO & FREITAS, 2009). El rol del ecotono y de la fragmentación en la zona de estudio puede ser observado en la composición de las muestras. Una de las especies presente únicamente en T1 fue *P. drymaea*, la cual, es indicadora de áreas de pastizales y matorrales secundarios (PYRCZ, 2004; PYRCZ & VILORIA, 2007). Este tipo de hábitat no se halla en el bosque preservado, correspondiente a T2. Igualmente, se encontró para T1 a *E. centralis*, la cual es una especie de distribución relativamente amplia (Colombia, Ecuador) pero disyunta y según los datos disponibles, restringida al ecotono bosque-páramo (KRÜGER, 1924; PYRCZ & FAGUA, inédito).

Una especie, *A. cocytia*, presenta un patrón de distribución altitudinal atípico en la zona de estudio. Esta especie se encuentra relacionada con medio ambientes de páramo (ADAMS, 1986), por lo que debería de observarse por encima de los 3.200 m. No obstante, se encontró que *A. cocytia* en T1, y en menor grado en T2, es localmente más abundante en la parte inferior de la franja altitudinal comprendido entre los 2.600-2.750 m. Este patrón se explica por la presencia de bolsones de páramo secundario dentro del bosque nublado en la zona de estudio, especialmente en T1. ADAMS (1985) ya había indicado que la fragmentación del medio ambiente perturba de manera importante los patrones de distribución altitudinal natural de los Pronophilini.

Los patrones de diversidad a lo largo del gradiente altitudinal tampoco presentaron marcadas diferencias entre las 4 estaciones. Esto se debe a dos factores: las franjas altitudinales abarcadas por cada estación son bastante amplias (200 m) lo que atenúa las posibles diferencias estructurales entre las cuatro estaciones.

También cabe resaltar la alta similitud estructural de las muestras T1 y T2. Es interesante notar que las diferencias de índices de diversidad entre T1 y T2 relacionadas con la diferencia en abundancia entre las dos muestras, no influyen en la estructura de la comunidad de Pronophilini. Es decir, la proporción de casi todas las especies en la muestra es altamente parecida en T1 y T2. Las dos especies ausentes en la muestra T2 son al mismo tiempo las más raras de la muestra T1 (*E. centralis* y *P. drymaea*). La similitud de la estuctura de la comunidad entre T1 y T2 está relacionada indudablemente con la cercanía de los dos transectos pero también refleja la eficacia del muestreo.

Aunque el número total de especies reportadas es relativamente bajo, la presencia de especies raras (*E. centralis*) o bien de especies endémicas de la Cordillera Oriental (*A. cocytia, I. erebioides, L. samius*) en la cercanía inmediata de la mayor zona urbanizada de Colombia subraya la importancia de preservar la reserva forestal Bosque Oriental de Bogotá para la conservación de la fauna de mariposas de la franja superior del bosque nublado.

Por último, a pesar de que la zona de estudio se encuentra ubicada tan cerca de la ciudad de Bogotá, destaca la presencia de especies endémicas pertenecientes a la cordillera oriental, por lo que se recomienda realizar estudios encaminados a la conservación de la reserva forestal, especialmente en el Alto del Zuque, para la preservación del hábitat de los Pronophilini y en general de los demás grupos taxonómicos.

Agradecimientos

Los autores desean expresarle sus agradecimientos al Dr. Mauricio Linares, Emilio Realpe, al Prof. Alexander García, al Ing. Jean Francois Le Crom y al Tropical Andean Butterflies Diversity Project TABDP por su aporte y asesoramiento durante la ejecución del presente estudio, y a la Corporación autónoma de Cundinamarca (CAR) por facilitarnos los requerimientos necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, M. J., 1985.– Speciation in the Pronophiline Butterflies (Satyridae) of the Northern Andes.– *J. Res. Lepid. Suppl.*, **1**: 33-49.

ADAMS, M. J., 1986.– Pronophiline butterflies (Satyridae) of the three Andean Cordilleras of Colombia.– *Zool. J. Linn. Soc.*, **87**: 235-320.

ANDRADE, M. G., 1998.– Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia.– *Revta Acad. colomb. Cienc. exact. fis. nat.*, **22**(84): 407-421.

CAMELO, D.; PINEDA, J.; VICENTE, J.; LÓPEZ, J.; JIMÉNEZ, M.; MUÑOZ, Y.; SUÁREZ, A. & VIVAS, N., 2009.– *Reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá. Inventario de fauna*: 133 pp. CAR. Bogotá D. C.

CONNELL, M. L., 1978.– Diversity in tropical rain forests and coral reefs.– *Science,* **199**: 1302-1310.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, 2006.– *Plan de manejo ambiental de la zona de reserva forestal protectora Bosque oriental de Bogot*á: 4 pp. CAR, Bogotá.

CORTÉS, C & FAGUA, G., 2003.– Diversidad de arañas de estrato rasante en transectos borde-interior de un bosque del piedemonte cordillerano (Medina, Cundínamarca).– *Revta colomb. Ent.*, **29**(2): 113-120.

DeVRIES, P., 1987.– *The Butterflies of Costa Rica and their natural history, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*: 327 pp. Princenton University Press, Princeton.

GOOGLE EARTH, 2010.– *Área de estudio: Reserva forestal Bosque Oriental de Bogotá, Alto el Zuque*. kh.google.com

GREENEY, H., PYRCZ, T. W., HUALINGUA, M., DeVRIES, P. & DYER, L. A., 2009.– The early stages of *Pedaliodes poesia* (Hewitson, 1862) in eastern Ecuador (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae).– *J. Insect Sci.*, **38**: 1-9.

IDEAM, 2008.– *Informe de la precipitación media anual de 2007 y comienzos de 2008 en el Alto el Zuque, Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá. Obtenido de la estación meteorológica* Venado de Oro, Bogotá.

KRÜGER, E., 1924.– Beitrage zur Kenntnis der columbianischen Satyriden.– *Ent. Rdsch.*, **41**: 7, 9-10, 16, 19-20, 23-24, 27-28, 31-32, 35, 38-39, 41-42, 46-47.

LAMAS, G., VILORIA, A. L. & PYRCZ, T. W., 2004.– Subtribe Pronophilini: 206-215. *In* G. LAMAS (Ed.) *Atlas of Neotropical Lepidoptera, Checklist: Part 4A, Hesperioidea-Papilionoidea*: 439 pp. Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville.

LOVEJOY, T., BRERREGAARD, A., RYLANDS, J., MALCOM, C., QUINTELA, L., HARPER, K., BROWN Jr, A., POWELL, G., POWELL, R., SCHUBART & HAYS, M., 1986.– Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments.– *In* M. E. SODLE (Ed.).– *Conservation Biology*: 285 pp. The Science of scarcity and diversity. Sinauer Sunderland. Massachusetts.

McARTHUR, R. H. & WILSON, E. O., 1967.– *The theory of island biogeography*: 192 pp. Princeton University Press, Princeton.

MAGURRAN, A. E., 2004.– *Measuring Biological Diversity*: 248 pp. Blackwell Publishing, Oxford.

MAHECHA, G., 2000.– *Cerros de Bogot*á: 175-179 pp. Villegas Editores, Bogotá.

MILLER, L. D., 1968.– The higher classification, phylogeny and zoogeography of the Satyridae (Lepidoptera).– *Mem. Am. ent. Soc.*, **24**: 1-174.

PRIETO, C. H., 2003.– Satírinos (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae) del Parque Nacional Natural Munchique. Diversidad de especies y distribución altitudinal.– *Revta colomb. Ent.*, **29**: 203-210.

PYRCZ, T. W., 2004.– Pronophiline butterflies of the highlands of Chachapoyas in northern Peru: faunal survey, diversity and distribution patterns (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae).– *Genus*, **15**: 455-622.
PYRCZ, T. W. & RODRÍGUEZ, G., 2007.– Mariposas de la tribu Pronophilini en la cordillera occidental delos Andes Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae).– *SHILAP Revta. lepid*., **35**(140): 455-489.
PYRCZ, T. W. & VILORIA, A. L., 1999.– Mariposas de la Pronophilini de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia, Primera parte. Convergencia de los patrones de coloración en mariposas andinas: siete nuevas especies del género *Pedaliodes* Butler.– *SHILAP Revta. lepid*., **27**(106): 173-287.
PYRCZ, T. W. & VILORIA, A., 2007.– Erebiine and pronophiline butterflies of the Serranía del Tamá, Venezuela-Colombia border (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae).– *Tropical Lepid.*, **15**(1-2): 18-52.
PYRCZ, T. W. & WOJTUSIAK, J., 2002.– The vertical distribution of pronophiline butterflies (Nymphalidae: Satyrinae) along and elevational transect in Monte Zerpa (Cordillera de Mérida, Venezuela) with remarks on their diversity and parapatric distribution.– *Global Ecol. biogeogr.*, **11**: 211-221.
PYRCZ, T. W., WOJTUSIAK, J. & GARLACZ, R., 2009.– Diversity and Distribution Patterns of Pronophilini Butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) along an Altitudinal Transect in North-Western Ecuador.– *Neotropical Ent.*, **38**(6): 716-726.
TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M. C.; SCHWAGER, M. & JELTSCH, F., 2004.– Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures.– *J. biogeogr.*, **31**: 79-92.
UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K. & FREITAS, A., 2005.– Biological Traits of Frugivorous Butterflies in a Fragmented and a Continuous Landscape in the South Brazilian Atlantic Forest.– *J. Lepid. Soc.*, **59**(2): 96-106.
UEHARA-PRADO, M.; FERNANDES, J. O.; BELLO, A. M.; MACHADO, G.; SANTOS, A. J.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. & FREITAS, A. V. L., 2009.– Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: a first approach in the Brazilian Atlantic Forest.– *Biol. Conserv.*, **142**: 1220-1228.
UEHARA-PRADO, M. & FREITAS, A. V. L., 2009.– The effect of rainforest fragmentation on species diversity and mimicry ring composition of ithomiine butterflies.– *Insect Conserv. Diver.*, **2**: 23-28.
VAN DER HAMMEN, T. & ANDRADE, G., 2003.– *Estructura Ecológica Principal de Colombia (Primera aproximación)*: 74 pp. Ministerio de Ambiente e Ideam, Bogotá.
WEYLAND, F. & ZACCAGNINI, M., 2008.– Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja.– *Ecol. Austral*, **8**: 357-366.
ZAR, J. H., 1974.– *Biostatistical Analysis*: 74 pp. Prentice Hall Inc., Englewood.

*O. J. M. J.
Laboratorio de Zoología y Ecología Acuática LAZOEA
Universidad de los Andes
Carrera 1, Nº 18 A 70
Bogotá
COLOMBIA / *COLOMBIA*

y

Grupo en Investigación en Artrópodos Kumangui
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Carrera 3, Nº 26 A 40
Bogotá
COLOMBIA / *COLOMBIA*
E-mail: oscarmahecha23@gmail.com

J. C. D. R.
Instituto de Genética de Poblaciones
Universidad de los Andes
Carrera1 Nº 18 A 70
Bogotá
COLOMBIA / *COLOMBIA*
E-mail: jdumar@uniandes.edu.co

T. W. P.
Muzeum Zoologiczne Instytut Zoologii
Uniwersytetut Jagiellonskiego
ul. Ingardena 6
PL-30-060 Kraków
POLONIA / *POLAND*
E-mail: pyrcztomasz@hotmail.com

*Autor para la correspondencia / *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 10-IX-2010)
(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 30-XI-2010)
(Publicado / *Published* 30-III-2011)